

# 模型による自動車後面衝突時における乗員の挙動・傷害に関する研究

指導 榎 徹雄 教授 小林 邦夫 教授  
山崎 大生 准教授 塚 英男 講師  
西脇 徹 院生  
0511040 志賀 一輝 0511045 重黒木 慎悟

## 1. 緒言

今日、後面衝突は車両相互事故の約5割を占め、全衝突形態の中で、最も発生頻度の高い衝突形態である<sup>(1)</sup>。後面衝突では頸部に傷害を負い易く、その割合は約9割に及ぶ。低速からでも起こり易い後面衝突は、発生した頸部傷害の大半が軽傷であり、頸部受傷者は他部位の受傷者より圧倒的に多く、算出される人身損失額も全部位の中で最高額となっている。後面衝突における頸部傷害は、受傷者数と社会的損失の両面から重大な問題であり、頸部傷害保護に関する研究が必要であると言える。

本研究では後面衝突時の乗員挙動を力学的相似模型(以下模型)により再現し、後面衝突における頸部傷害保護の基礎的研究として、衝突波形の変化が、乗員の傷害値と挙動に与える影響を調べることを目的とした。なお、模型の縮尺は、実験設備等を考慮し1/7とした。

## 2. 実験装置および方法

本研究では、実物の衝突評価用ダミーの生体忠実性を評価する際に使用されるスレッドシート(以下スレッド)を模型化し、乗員模型には、後面衝突用ダミーであるBioRID IIの特性<sup>(2)</sup>を持たせた。模型は実物の寸法、質量、重心位置、慣性モーメント等が力学的相似になるように製作した(図1)。

### 2.1 確認実験

製作した乗員模型が実物を模擬出来ているかを確認するため、以下2点の確認項目を設け、速度8km/hでスレッド実験を行った。

- ・第一胸椎に対する頭部回転角度が一致していること
- ・第一胸椎(以下T1)とヒップポイント(以下HP)の距離変化が一致していること

### 2.2 本実験

確認実験後、衝突波形を変化させた実験として、スレッド後部に取り付ける緩衝材を変化させて実験を行った。そして衝突波形の変化が乗員の挙動、傷害値に及ぼす影響について調べた。

衝突波形は、車種の違いによるボディ剛性の変化に伴うシート加速度波形の変化を考慮し、現象時間が同等で、最大値が(A)50msec, (B)100msec, (C)150msecで発生する3パターンを製作した(図4)。

傷害値は、頭部とT1の水平方向加速度を用いて(1)式

から算出されるNIC(Neck Injury Criterion)を用いる。乗員挙動は、ターゲットを頭部、T1、HPに張り(図1)、画像解析により評価した。

$$NIC(t) = 0.2 \times a_{rel}(t) + \{V_{rel}(t)\}^2 \quad (1)$$

$$a_{rel}(t) = a_x^{T1}(t) - a_x^{Head}(t)$$

$$V_{rel}(t) = \int a_{rel}(t) dt$$

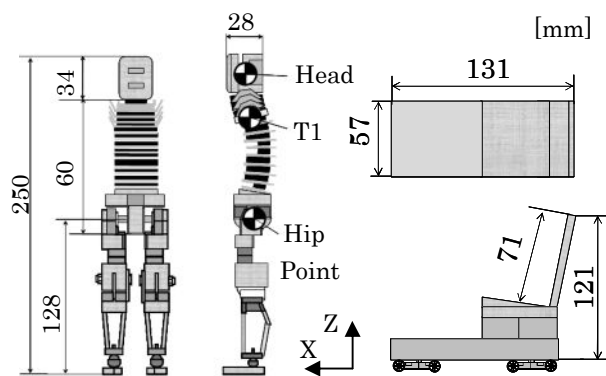


図1 模型の寸法とターゲット張り付け位置

## 3. 実験結果

確認実験より、実験値が目標範囲内に収まっていることを確認した。(図2, 3)

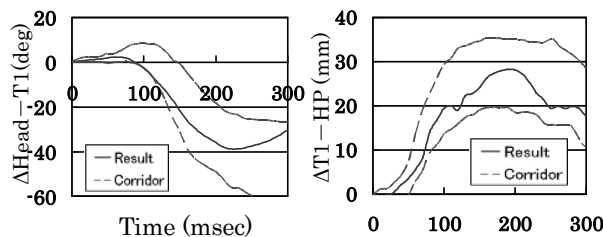


図2 T1に対する頭部回転角

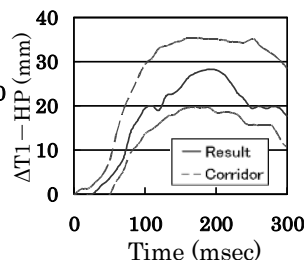


図3 T1とHPの距離変化

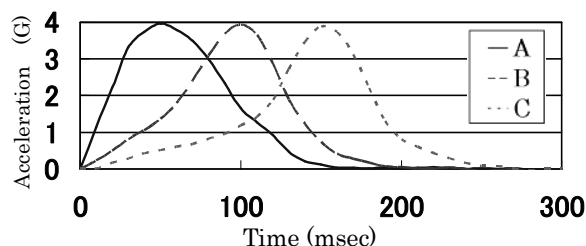


図4 各種スレッド波形

各衝突波形での T1 加速度, 頭部加速度, スレッド加速度を計測し(図 5, 6, 7), NICmax を算出した(表 1).

さらに, 画像解析により, 各衝突波形での, T1 に対する頭部回転角(図 8)と, T1 と HP の距離変化(図 9)を評価した.

表 1 各波形別の NICmax の値と発生時刻および割合

	A	B	C
NICmax	13.1	11.5	9.88
NICmax generated time[msec]	118	148	228
Rate [%]	100	88.3	75.7

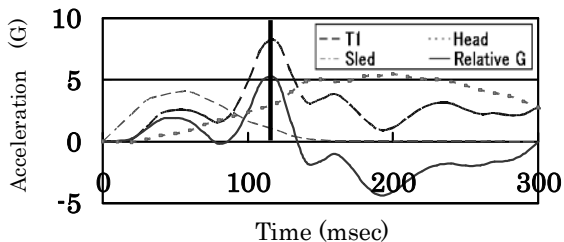


図 5 スレッド最大値が 50msec 時の各値の変化

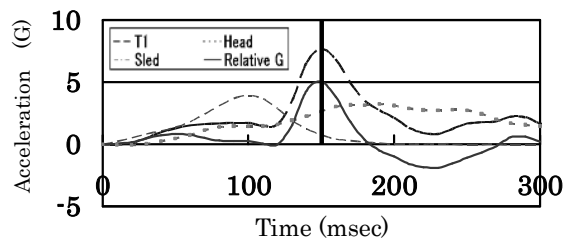


図 6 スレッド最大値が 100msec 時の各値の変化

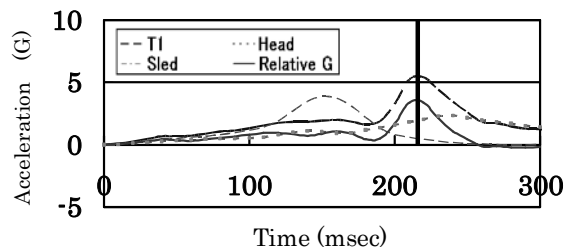


図 7 スレッド最大値が 150msec 時の各値の変化

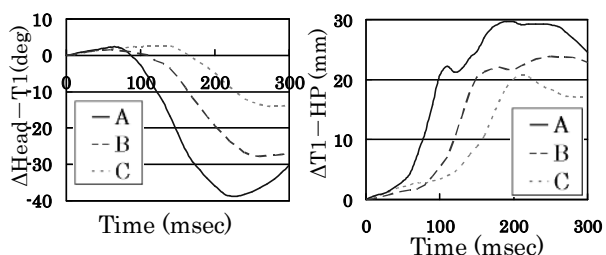


図 8 T1 に対する頭部回転角

図 9 T1 と HP の距離変化

#### 4. 考察

スレッド加速度の最大値発生時刻が 50msec ずつ遅くなるにつれて, NICmax の割合が約 12% ずつ減少し(表 1), 頭部と T1 の最大加速度が減少している. また, 全波形で, NICmax と T1 最大加速度および, T1 と頭部の最大相対加

速度がほぼ同時に発生している(図 5, 6, 7).

同様にスレッド加速度の変化によって, T1 に対する頭部の最大伸展角が減少し(図 8), 各波形における T1 と HP の距離変化が同数値(20mm)に達するまでの経過時間が増加していることから, 頭部が下方から受ける突き上げ力が減少していると考えられる(図 9).

#### 4. 1 T1 と頭部加速度の減少理由について

乗員挙動は, まず, スレッドに一定の加速度が発生し, T1 に剪断が発生することから始まり, その後, T1 がシートバックに押されることにより, 脊椎が直線化し, 突き上げが発生し, 伸展に移行する. 画像解析から, T1 に剪断が発生した時刻と, その時刻でのスレッド加速度を調べると, スレッド加速度は, 全ての波形において約 1.65G である(表 2). この時刻から各スレッド波形の最大値に到達するまでの時間は, A の波形で 28msec, B で 32msec, C で 36msec となり, 荷重速度が減少していることがわかる. 衝突直後, T1 および頭部は慣性力によりその場に留まろうとする(スレッド試験上では後方へ等速で移動しようとする)が, A の波形では, 剪断開始後, T1 がスレッドから急激に荷重を掛けられ, B, C の波形では緩やかに荷重を掛けられた結果, T1 と頭部の最大加速度および相対加速度が減少し, 頭部伸展角が減少したと考えられる. また, 荷重速度が減少し, 脊椎が直線化する時間が伸びたため, 突き上げ力が低下したと考えられる.

表 2 T1 に剪断が発生した時刻と, スレッド加速度

	A	B	C
Shear generated in T1 time [msec]	22	68	114
Sled acceleration [G]	1.65	1.64	1.68

#### 4. 2 NICmax の減少理由について

NIC は T1 と頭部の相対加速度と, その積分値(相対速度)を用いて算出されるため, NICmax の値は T1 最大加速度と, その時刻での頭部加速度への依存度が高くなる. NICmax が減少した理由は, T1 と頭部の最大相対加速度が減少したことに加え, T1 と頭部の最大加速度の発生時間が接近し, T1 と頭部の相対加速度が減少したためと考えられる.

#### 5. 結言

スレッド波形の最大値発生時間を遅らせることにより, 頭部と T1 の最大加速度が減少し, T1 に対する頭部の最大伸展角, 脊椎が直線化して発生する, 突き上げ量の立ち上がり方, 頭部傷害発生リスクを評価する NICmax が減少することを確認した.

#### 参考文献

- (1) 警察庁交通局: 平成 19 年度中の交通事故発生状況
- (2) M.Philippens ほか: Comparison of the Rear Impact Biofidelity of BioRID II and RID2, Stapp car crash journal vol.46(2002), p461-469